بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

المذكرة التربوية التقنية رقم 4

ثانوية: عبد الحق بن حمودة– سيرات	المجال التعلمي 1: التخصص الوظيفي للبروتينات	الفئة المستهدفة: السنة 3 عت
الأستاذ: عدة بن عطية صلاح الدين	الوحدة التعلمية 1: آليات تركيب البروتين	نوع الحصة: نظري
السنة الدراسية: 2022 –2023	الحصة التعلمية 4: الشفرة الوراثية	الحجم الساعي: 2 ساعة

الكفاءة القاعدية: يقدم بناءًا على أسس علمية إرشادات لمشكل إختلال وظيفي عضوي، وذلك بتجنيد المعارف المتعلقة بالإتصال على مستوى الجزيئات الحاملة للمعلومة.

الهدف التعلمي: تحديد آليات تركيب البروتين:

- تحديد الشفرة الوراثية.

المعارف المبنية:

- تُوافق مرحلة الترجمة التعبير عن المعلومة الوراثية التي يحملها الـARNm بمتتالية أحماض أمينية في الهيولى الخلوية.
- تُنسخ المعلومة الوراثية بشفرة خاصة: تدعى الشفرة الوراثية.
- وحدة الشفرة الوراثية هي ثلاثية من القواعد تدعى الرامزة تُشفر لحمض أميني معين في البروتين.
- تُشفر عادة لنفس الحمض الأميني عدة رامزات.
- الرامزة AUG والرامزة UGG تُشفر كل منها لحمض أميني واحد.
- ثلاث رامزات لا تُشفر لأي حمض أميني (رامزات توقف القراءة) هي UAA، UAG، UGA.

الأهداف المنهجية: تجنيد المكتسبات القبلية – إستقصاء المعلومات – طرح فرضيات والتحقق منها – إيجاد علاقة منطقية بين المعطيات.

الوسائل المستعملة: السبورة، وثائق، الكتاب المدرسي.

تنظيم سير الدرس

وضعية الإنطلاق:

تنقل جزيئة الـARNm نُسخة من المعلومة الوراثية المسؤولة عن تركيب البروتين من النواة إلى الهيولى على شكل تتابع للنيكليوتيدات فيه تسمى **اللغة النووية** مكتوبة بـ 4 أحرف هي نيكليوتيدات من أجل ترجمتها إلى بروتين **(لغة بروتينية)** مكتوبة بـ 20 كلمة هي الأحماض الأمينية.

المشكلة: كيف يتم التوافق بين اللغة النووية واللغة البروتينية ؟

الفرضيات:

- ف1: لكل كلمة نووية (نيكليوتيدات) معنى خاص بكلمة بروتينية (أحماض امينية).
- ف2: عدد محدد من نيكلوتيدات الـARNm يوافق حمض أميني واحد.

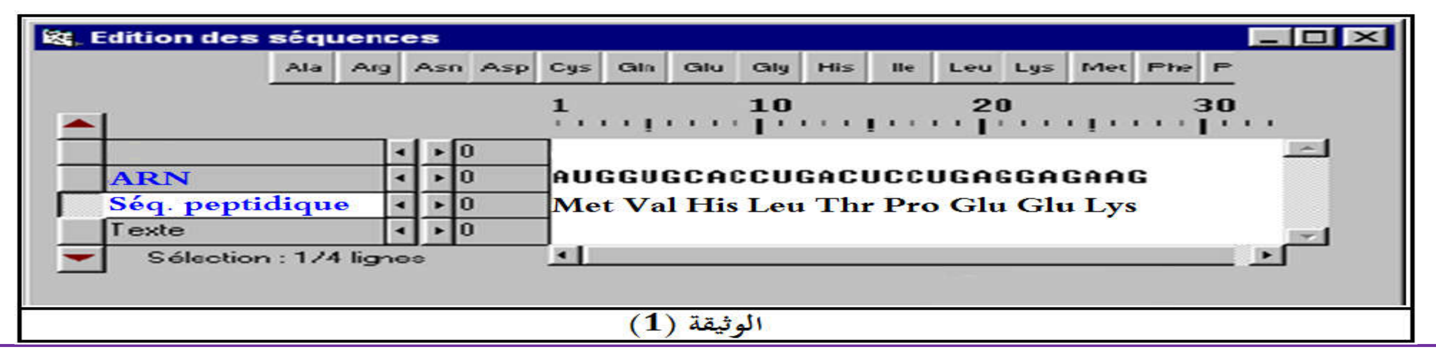
التقصي:

1.الشفرة الوراثية:

من أجل التعرف على كيفية التوافق بين اللغة النووية واللغة البروتينية تُقترح عليك الدراسات التالية:

- **اللغة النووية** ممثلة بتتابع 4 أنواع من النيكليوتيدات في الـARNm (الشفرة الوراثية).
- **اللغة البروتينية** ممثلة بـ20 نوع من الأحماض الأمينية (وحدة بناء البروتين) المعروفة في الطبيعة.
- لكل كلمة نووية (نيكليوتيدات) معنى خاص (توافق) بكلمة بروتينية (أحماض امينية).

تمثل **الوثيقة (1)** صورة مأخوذة من **مُبرمج مُحاكاة Anagène** تسمح بمقارنة التتابع النيكليوتيدي في الـ ARNm وتتابع الأحماض الآمينية في متعدد البيبتيد الموافق له.



الوثيقة (1)

تمكن فريق من الباحثين من فك رموز الشفرة الوراثية بواسطة عدة تجارب، حيث نُظمت نتائج هذه التجارب في جدول يسمى: **جدول الشفرة الوراثية** الممثل في **الوثيقة (2)**، والذي يُوضّح المرادفات بين اللغتين النووية والبروتينية.

القاعدة الأولى		القاعدة الثانية U		القاعدة الثانية C		القاعدة الثانية A		القاعدة الثانية G		القاعدة الثالثة
U	UUU	Phénylalanine Phe	UCU	Sérine Ser	UAU	Tyrosine Tyr	UGU	Cystéine Cys	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	Leucine Leu	UCA		UAA	Stop	UGA	Stop	A
	UUG		UCG		UAG		UGG	Tryptophane Trp	G
C	CUU	Leucine Leu	CCU	Proline Pro	CAU	Histidine His	CGU	Arginine Arg	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	Glutamine Gln	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	Isoleucine Ile	ACU	Thréonine Thr	AAU	Asparagine Asn	AGU	Sérine Ser	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	Lysine Lys	AGA	Arginine Arg	A
	AUG	Méthionine Met	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	Valine Val	GCU	Alanine Ala	GAU	Acide aspartique Asp	GGU	Glycine Gly	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	acide glutamique Glu	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

الوثيقة (2)

التعليمات:

1. **ناقش** مختلف الإحتمالات الممكنة بين اللغتين نووية والبروتينية.
2. **بإستغلالك** لمعطيات الوثيقة (1) **صادق** على الشفرة الثلاثية.
3. **إستخرج** مميزات الشفرة الوراثية من دراستك لجدول الشفرة الوراثية الممثل في الوثيقة (2).

الإجابة:

1.المناقشة:

نظرًا لوجود **4 أنواع من النيكليوتيدات** على الـ ARNm مُقابل **20 نوعًا من الأحماض الأمينية** تدخل في تركيب البروتينات فإننا نستعمل قانون الإحتمالات التالي: $A=B^C$ حيث:

- **A**: عدد الكلمات النووية (عدد أنواع الرامزات).
- **B**: عدد أنواع النيكليوتيدات في الـ ARNm = **4**.
- **C**: عدد النيكليوتيدات في الكلمة النووية (الرامزة) المشفرة لحمض أميني.

إذن عدد الإحتمالات الممكنة هو:

- **الإحتمال 1: كل نيكليوتيدة تُشفر لحمض أميني واحد** أي $4^1 = 4$ **كلمة نووية**، وهذا لا يسمح إلا بتشفير 4 أنواع من الأحماض الأمينية فقط ويبقى 16 نوع من الأحماض الأمينية دون تشفير.
- **الإحتمال 2: كل نيكليوتيدتين تُشفران لحمض أميني واحد** أي $4^2=16$ **كلمة نووية**، وهذا لا يسمح إلا بتشفير 16 نوع من الأحماض الأمينية فقط ويبقى 4 أنواع من الأحماض الأمينية دون تشفير.
- **الإحتمال 3: كل ثلاث نيكليوتيدات تُشفر لحمض أميني واحد** أي $4^3 = 64$ **كلمة نووية**، وهذا كافي وزيادة لتشفير 20 نوعًا من الأحماض الأمينية.

ومنه:

- الإحتمال الأكثر وجاهة هو **الإحتمال 3** (**تُشفر المعلومة الوراثية التي ينقلها الـ ARNm برامزات ثلاثية النيكليوتيدات = الشفرة الثلاثية**).

2.المصادقة على على الشفرة الثلاثية:

إستغلال الوثيقة (1): تمثل الوثيقة (1) صورة مأخوذة من مُبرمج مُحاكاة Anagène تسمح بمقارنة التتابع النيكليوتيدي في الـ ARNm وتتابع الأحماض الآمينية في متعدد الببتيد الموافق له، حيث نلاحظ:

- أن عدد النيكليوتيدات في الـ ARNm المعروضة هو 27 نيكليوتيدة بينما عدد الأحماض الأمينية الموافقة لها هو 9 أحماض أمينية، **وهذا يدل على** أن كل 3 نيكليوتيدات تُقابل حمض أميني واحد.

الإستنتاج: كل **رامزة ثلاثية النيكليوتيدات** في الـ ARNm **تُشفر لحمض أميني مُعين** في متعدد الببتيد (البروتين).

ومنه:

- الإحتمال المقترح للشفرة الثلاثية (الإحتمال 3) **صحيح**.

3.إستخراج مميزات الشفرة الوراثية:

تُنسخ المعلومة الوراثية بشفرة خاصة تدعى **الشفرة الوراثية**، ومن مميزاتها:

- **التثليث:** وحدة الشفرة الوراثية هي ثلاثية من القواعد تدعى **الرامزة** وعددها 64 رامزة.
- **الترادف:** تُشفر عادة لنفس الحمض الأميني عدة رامزات (**رامزات مترادفة**)، مثل **الحمض الأميني فالين (Val)** تُشفره 4 رامزات وهي: GUU ،GUC ،GUA،GUC.
  - الرامزة AUG تُشفر لحمض آميني واحد هو الميثيونين (Met) وهي أول رامزة يتم ترجمتها لذلك تدعى **برامزة الإنطلاق**.
  - الرامزة UGG تُشفر لحمض آميني واحد هو تريبتوفان (Trp).
  - ثلاث رامزات لا تُشفر لأي حمض أميني تدعى **برامزات توقف القراءة (بدون معنى)** وهي UAA ،UAG ،UGA.
- **الشمولية:** الكائنات الحية لها نفس الشفرة الوراثية، أي رامزة معينة تُشفر لنفس الحمض الأميني عند أغلب الكائنات الحية مع وجود بعض الإستثناءات.

الخلاصة:

- تُوافق **مرحلة الترجمة** التعبير عن المعلومة الوراثية التي يحملها الـARNm بمتتالية أحماض أمينية في الهيولى الخلوية.
- تُنسخ المعلومة الوراثية بشفرة خاصة: تدعى **الشفرة الوراثية**.
- وحدة الشفرة الوراثية هي ثلاثية من القواعد تدعى **الرامزة** تُشفر لحمض أميني معين في البروتين.
- تُشفر عادة لنفس الحمض الأميني عدة رامزات.
- الرامزة AUG والرامزة UGG تُشفر كل منها لحمض أميني واحد.
- ثلاث رامزات لا تُشفر لأي حمض أميني (**رامزات توقف القراءة**) هي UAA ،UAG ،UGA.

التقويم:

إليك جزء من السلسلة غير المستنسخة للـADN.

ATGCCCTGTGCCATCAAGTAA

1. **أعط** متتالية الأحماض الأمينة المطابقة للبروتين الذي تتحكم في تركيبه هذه المورثة.
2. **حدد** نتيجة إستبدال القاعدة الآزوتية C رقم 10 من السلسلة المستنسخة بالقاعدة الآزوتية A.

الإجابة:

1.إعطاء متتالية الأحماض الأمينة المطابقة للبروتين الذي تتحكم في تركيبه هذه المورثة:

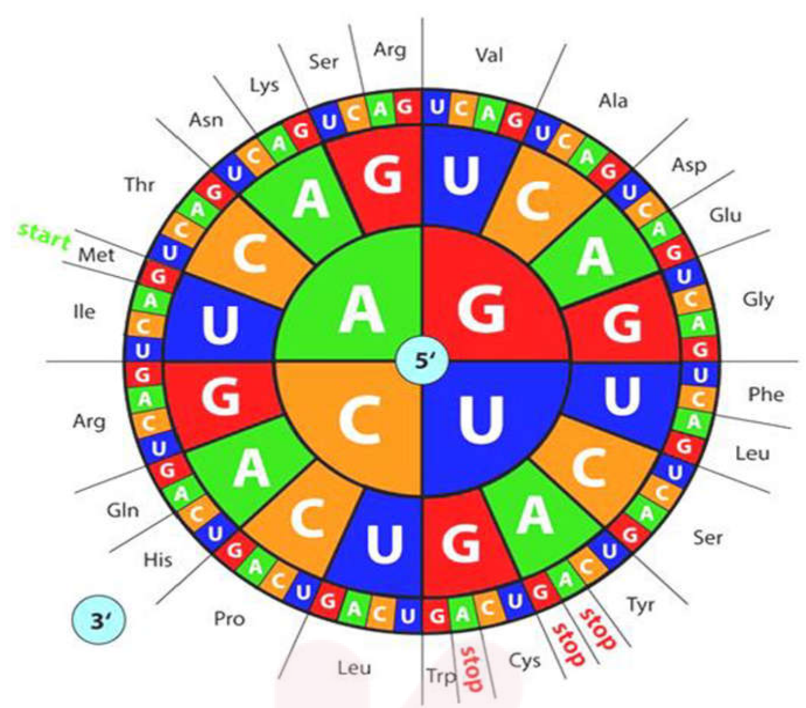
- **السلسلة غير المستنسخة للـADN:** **ATGCCCTGTGCCATCAAGTAA**
- **السلسلة المستنسخة للـADN:** **TACGGGACACGGTAGTTCATT**
- **سلسلة الـ ARNm:** **AUGCCCUGUGCCAUCAAGUAA**
- **متتالية الأحماض الأمينة:** **Met–Pro–Cys–Ala–Ile–Lys**

2.تحديد نتيجة إستبدال القاعدة الآزوتية C رقم 10 من السلسلة المستنسخة بالقاعدة الآزوتية A:

- ستستبدل الثلاثية CGG بـ AGG ومن ثم ستصبح الرامزة في الـARNm كما يلي UCC التي تُترجم إلى حمض أميني Ser عوض Ala.

المصطلحات العلمية:

- الشفرة الوراثية (Code génétique): هي معلومة وراثية خاصة بتركيب البروتين وتتمثل في تتابع دقيق لعدد من النيكليوتيدات في الـ ARNm، تُكتب على شكل ثلاثيات (رامزات) تُشفر لأحماض أمينية معينة.
- جدول الشفرة الوراثية: هو القاموس الذي تعتمد عليه لترجمة اللغة النووية إلى لغة بروتينية، وحدة الشفرة الوراثية تتمثل في تتالي ثلاثة قواعد آزوتية وتدعى بالرامزة وعددها 64 رامزة.
- نموذج آخر لجدول الشفرة الوراثية:



برنامج Anagène: هو برنامج محاكاة يُستعمل عادة في:

- عرض ومقارنة تتابع النيكليوتيدات في الـADN.
- عرض ومقارنة تتابع النيكليوتيدات في الـARNm.
- عرض ومقارنة تتابع الأحماض الأمينية في بروتين.
- القيام بإستنساخ الـARNm إنطلاقًا من المورثة.
- القيام بترجمة الـARNm إلى سلسلة ببتيدية.

تمثل الوثيقة التالية صورة إحدى نوافذ هذا البرنامج كما تبدو في جهاز الحاسوب:

